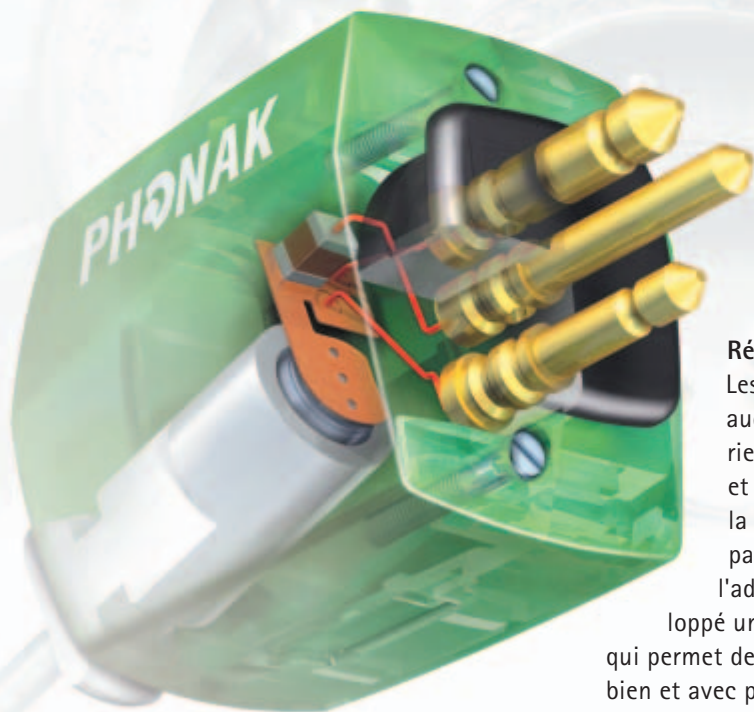


# RECDdirect pour Supero™



## Résumé

Les comportements acoustiques des conduits auditifs des enfants, mais aussi des adultes, varient beaucoup en fonction de leurs dimensions et de leurs formes. En raison de ces différences, la précision des appareillages peut être affectée par l'emploi des tables RECD standards lors de l'adaptation. Avec RECDdirect, Phonak a développé un outil d'appareillage optionnel pour Supero qui permet de mesurer les données RECD individuelles vite, bien et avec précision. Ceci permet d'améliorer en une seule étape la précision des appareillages, avec une contribution minimale du patient. La mesure RECDdirect est intégrée dans le logiciel d'appareillage et une adaptation acoustique optimale est ainsi possible de façon simple, rapide et sans la nécessité d'avoir des installations d'essai spécifiques.



+



+



+



=



**PHONAK**

hearing systems

## Les conduits auditifs sont tous différents

Que ce soit chez les enfants ou chez les adultes, la dimension et la forme du conduit auditif peuvent varier considérablement. Ces caractéristiques influencent le niveau de pression acoustique qu'une aide auditive délivre au tympan: plus le conduit – et donc le volume résiduel – est petit et plus le niveau de pression acoustique est élevé sur le tympan. De ce fait, la réponse acoustique d'une aide auditive sur un coupleur de 2 cm<sup>3</sup> peut nettement s'écarter de la valeur effective sur le tympan. Pour réaliser un appareillage optimal, il faut donc prendre en compte les caractéristiques acoustiques individuelles du conduit auditif.

### Qu'est-ce que le mesurage de la RECD et pourquoi est-il si important?

Un mesurage de la RECD (Real-Ear to Coupler Difference) permet de déterminer la différence entre la courbe de transfert du système auditif sur le coupleur et sa courbe au niveau du tympan, l'appareil, et donc l'embout, étant en place.

Le mesurage individuel de la RECD permet, d'une part, de prendre en compte les caractéristiques de chaque conduit auditif dès les calculs préliminaires d'une adaptation prothétique et de réduire ainsi l'effort d'adaptation fine et, d'autre part, de modifier et de vérifier sur coupleur les réglages des appareils, ce qui est particulièrement important pour l'appareillage des enfants. On limite ainsi le risque de délivrer trop ou trop peu d'amplification avec l'aide auditive.

Pour mesurer la RECD, il faut disposer d'une installation spéciale (coupleur de 2 cm<sup>3</sup>, écouteur intégré ou aide auditive, système de mesure in situ), ainsi que d'un logiciel RECD supplémentaire. Afin d'utiliser ensuite les valeurs de RECD dans les calculs initiaux des appareils, il faut aussi pouvoir les importer dans le logiciel d'appareillage ou disposer d'une possibilité de saisie manuelle.

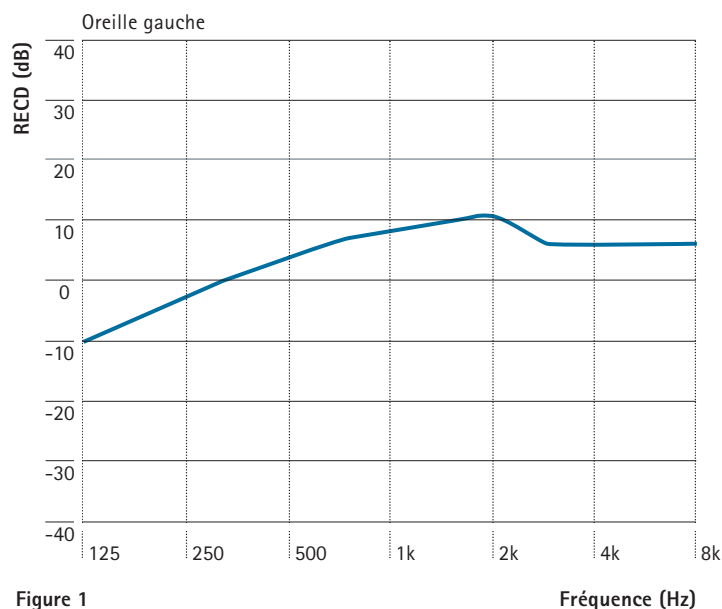


Figure 1

Mesure individuelle de la RECD moyenne d'un adulte.

Les écarts au-dessus ou au-dessous de la ligne de différence 0 dB indiquent des niveaux plus ou moins élevés dans l'oreille par rapport aux valeurs sur coupleur.

Le mesurage de la RECD doit se faire en deux étapes. En tant que source sonore de référence, la réponse de l'écouteur intégré ou de l'aide auditive doit d'abord être mesurée sur le coupleur de 2 cm<sup>3</sup>. La réponse de la même source sonore doit ensuite être mesurée à proximité du tympan de l'oreille occluse. La différence entre ces deux courbes fournit la RECD individuelle (figure 1).

Dans les systèmes auditifs modernes, des valeurs moyennes de RECD sont prises en compte dans les calculs préliminaires de l'amplification. Ces valeurs moyennes dépendent de l'âge, car les conduits auditifs des enfants sont beaucoup plus petits que ceux des adultes et présentent aussi de plus grandes dispersions par rapport aux valeurs mesurées sur coupleur.

Alors que les RECD individuelles des adultes correspondent généralement assez bien aux valeurs moyennes, elles divergent souvent considérablement chez les enfants d'un même âge. C'est pourquoi c'est précisément chez les enfants que les relevés de RECD sont indispensables pour optimiser l'appareillage.

L'exemple de l'enfant de 8 mois de la figure 2 montre à quel point les mesures de RECD sont importantes, en particulier pour l'appareillage des enfants. La différence entre les mesures sur coupleur et les niveaux de pression acoustique

calculés à proximité du tympan avec la RECD individuelle, atteignent jusqu'à 17 dB dans cet exemple, avec un niveau de pression acoustique de 147 dB à 2 kHz au lieu des 130 dB escomptés (Seewald, 1995).

De nombreuses études ont montré que le comportement acoustique du conduit auditif de l'enfant évolue beaucoup, surtout au cours de la première année de vie (p. ex. Feigin et al, 1989; Keefe et al, 1993; Scollie et al, 1998; Westwood & Bamford, 1995). La longueur et le volume du conduit auditif augmentent en même temps que l'enfant grandit. Ceci a une très grande influence sur le volume résiduel de l'oreille occluse. La RECD est déterminée par ce volume ainsi que par l'impédance d'entrée de l'oreille moyenne. Chez les bébés, la RECD dépend en plus de l'impédance des parois du conduit auditif. Les dispersions des RECD mesurées individuellement pour différents groupes d'âges sont illustrées figure 3. La dispersion diminue graduellement quand l'âge augmente. A l'âge de 5 ans environ, les RECD moyennes se rapprochent de celles d'un adulte.

Les drains représentent un autre facteur pouvant influencer le comportement acoustique du conduit auditif. Des études ont montré que, en raison d'infections de l'oreille moyenne, on pose des drains chez 24 à 35% des enfants atteints de pertes auditives de perception (DAS, 1990; Brockhouser, 1993).

L'influence des drains sur les RECD a été étudiée par Martin et al. (1997). Les auteurs ont observé un groupe de 16 enfants âgés de 4 à 7 ans chez qui des drains ont été posés et un autre groupe de référence de 16 enfants du même âge dont l'oreille moyenne était intacte.

La figure 4 montre clairement qu'aux fréquences inférieures à 750 Hz, les RECD moyennes des enfants à qui des drains ont été posés sont de 10 à 15 dB inférieures à celles des enfants sans problème d'oreille moyenne. En d'autres termes, les enfants appareillés dont l'oreille est drainée auraient besoin de

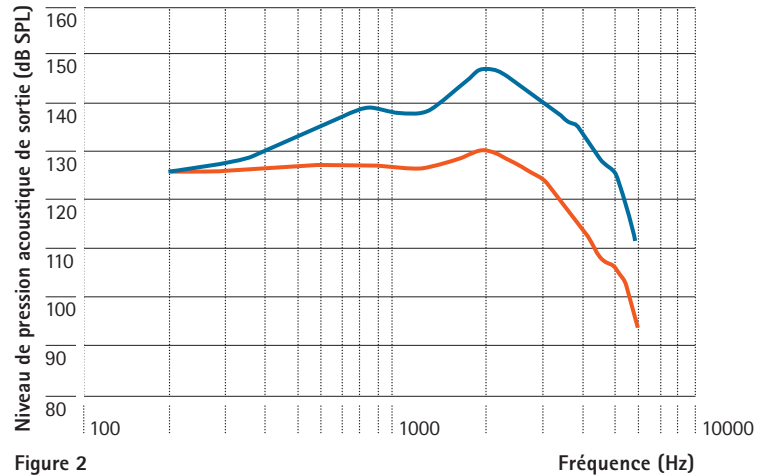
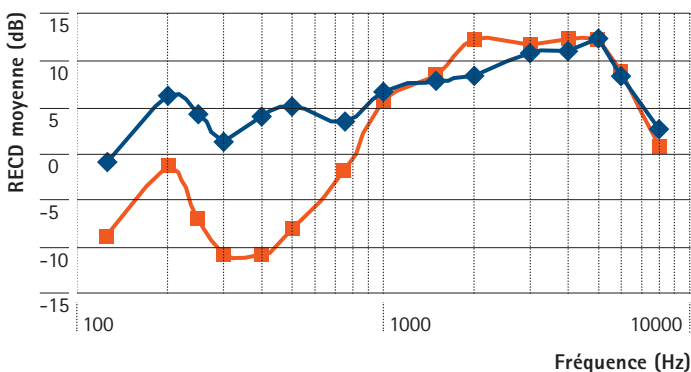


Figure 2  
Courbe du SSPL90 (niveau de saturation) de l'aide auditive adaptée à un enfant de huit mois, mesurée dans un coupleur HA-2-2cm<sup>3</sup> (courbe rouge). La figure représente aussi la courbe de saturation in situ calculée (RESR) de cet appareil (courbe bleue).

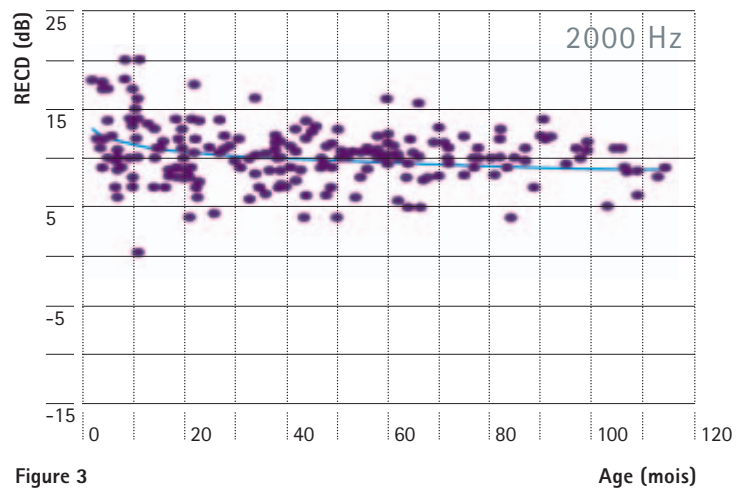


Figure 3  
RECD à la fréquence de 2000 Hz, mesurées individuellement chez des enfants âgés de 1 à 120 mois (Bagatto et al, 2001). La dispersion diminue quand l'âge augmente.

Figure 4  
Comparaison des RECD moyennes des enfants avec drains (courbe rouge) et des enfants sans drains (courbe bleue). (Martin et al, 1997)

◆ Groupe de contrôle sans drains  
■ Groupe avec drains

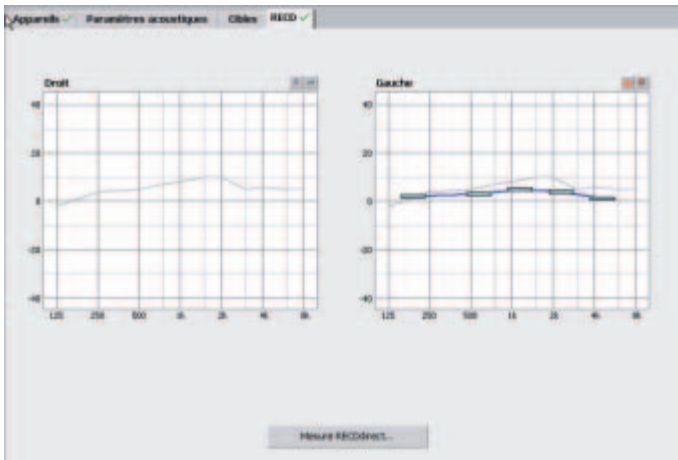


**Figure 5**  
Installation de mesure de la RECDirect

nettement plus d'amplification dans les graves que les autres. Cet exemple confirme également la nécessité de relever individuellement les RECD pour prendre en compte le comportement acoustique de chaque conduit auditif.

Malgré ces observations, les mesurages de RECD ne font actuellement que rarement partie de la routine quotidienne. Cela résulte, d'une part, de la durée des mesures et, d'autre part, de la nécessité de disposer d'équipements matériels et logiciels supplémentaires.

C'est pour cette raison que Phonak a développé un outil d'appareillage nommé RECDirect pour le système auditif Supero. Il a pour objectif de simplifier considérablement le mesurage de la RECD, permettant de le réaliser en une seule étape, dans un minimum de temps et sans devoir acquérir d'équipements supplémentaires.



**Figure 6**  
Présentation de la mesure RECD de l'oreille gauche dans le logiciel d'appareillage PFG.

— RECDirect d'un adulte, mesurée individuellement  
— RECD moyenne d'un adulte

## RECDirect – le nouvel outil d'appareillage pour Supero

RECDirect est une méthode de mesurage simple et rapide permettant de déterminer la RECD individuelle pour les systèmes auditifs Supero. Le matériel nécessaire se limite au module RECDirect et à une sonde de mesure. Aucun autre équipement n'est requis, ce qui simplifie considérablement la mise en œuvre de la procédure et la rend accessible à beaucoup plus d'utilisateurs. Le programme de mesurage RECDirect fait partie du logiciel d'appareillage et peut ainsi être exécuté en cours d'adaptation prothétique. Pour mesurer la RECDirect, Supero et son embout sont mis en place dans l'oreille avec la sonde de mesure. Le mesurage est lancé à partir du logiciel d'appareillage et les résultats s'affichent à l'écran, en moyenne 5 secondes plus tard. La figure 6 montre comment se présente l'écran RECDirect dans le logiciel d'appareillage.

Grâce à l'intégration de la RECDirect dans le logiciel d'appareillage, les valeurs de RECD mesurées sont directement utilisées dans les calculs préliminaires. Le système auditif Supero lui-même sert de source sonore pour le mesurage, délivrant un bruit large bande de 70-75 dB SPL. Un écouteur intégré s'avère ainsi inutile. Le signal d'essai ne dépend pas de la perte auditive, mais de l'âge. Ceci est particulièrement important chez les petits enfants à qui, en raison de la petite taille du conduit auditif, il faut envoyer une moindre énergie acoustique pour atteindre les 70-75 dB dans l'oreille. Il est ainsi garanti que le signal d'essai ne deviendra jamais trop intense.

Du fait que l'on connaît les valeurs sur coupleur de Supero, les mesurages correspondants, qui s'imposent avec les méthodes classiques, ne sont plus nécessaires ici. L'effort requis pour déterminer la RECD individuelle est ainsi nettement réduit.

## Validation de la RECDirect

Les formules d'appareillage telles que DSL ou NAL fournissent un objectif d'amplification en fonction de la perte auditive. Si aucune RECD individuelle n'a été mesurée, les calculs prennent en compte les courbes de RECD moyennes en fonction de l'âge. Selon la déviation individuelle par rapport à la courbe moyenne, on peut donc s'écarter plus ou moins du gain cible requis. Le gain requis, qui permet de compenser la perte auditive, risque d'être surestimé en raison des caractéristiques acoustiques individuelles.

Une vaste étude a analysé dans quelle mesure la RECDirect pouvait réduire les écarts avec l'amplification requise. La formule d'appareillage DSL[i/o] (Cornelisse et al, 1995) a été



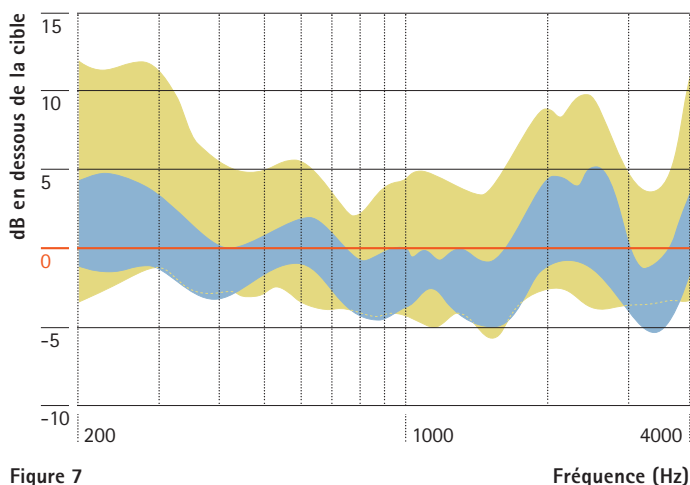
choisie pour cette étude. Les calculs d'amplification préliminaires de Supero ont été réalisés avec les courbes de RECD moyennes en fonction de l'âge, ainsi qu'avec la RECDdirect. Le gain cible a été contrôlé en mesurant le gain d'insertion. Les déviations par rapport aux courbes DSL requises sont représentées figure 7.

On voit clairement que l'on s'écarte moins de la courbe cible en utilisant les valeurs de RECDdirect, ce qui indique que l'adaptation est plus précise. Il est aussi frappant de voir que ces valeurs ont moins de dispersion. Cela signifie que dans chaque appareillage, la RECDdirect permet d'obtenir une adaptation plus précise que les valeurs moyennes de RECD.

Un autre avantage très significatif s'ajoute encore à ceux qui résultent de la disponibilité du système, de sa simplicité d'emploi, des moindres efforts de mesure et de la rapidité du test. En utilisant l'embout individuel lors de la mesure de la RECDdirect, le couplage acoustique effectivement utilisé au quotidien est pris en compte de façon optimale.

Comme la RECD mesurée dépend du système de mesure (Munro & Salisbury 2002), la précision de la mesure augmente ici, grâce à l'emploi du même écouteur et du même embout pour le mesurage et pour le couplage acoustique à l'oreille.

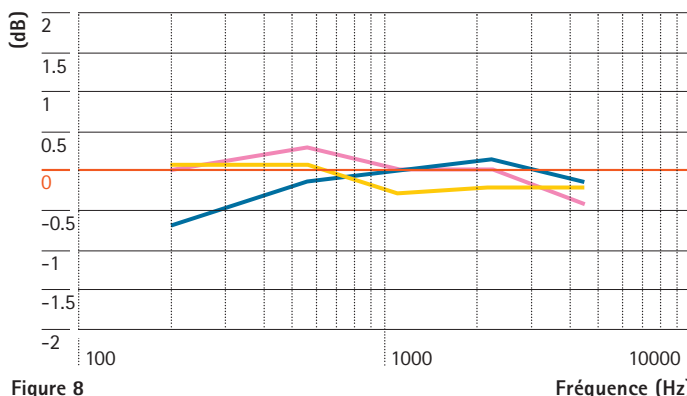
### Déviations moyennes par rapport aux cibles DSL



**Figure 7**  
Adaptation de Supero avec et sans RECDdirect. La figure montre les écarts mesurés avec la courbe cible DSL (courbe rouge), soit en utilisant les valeurs moyennes de RECD en fonction de l'âge (courbe verte) dans les calculs préliminaires, soit en utilisant les valeurs de RECDdirect mesurées (courbe bleue). Les écarts avec la courbe cible et la dispersion sont plus importants avec les valeurs moyennes de RECD qu'avec la RECDdirect. L'adaptation à la courbe cible est donc plus précise et plus fidèle avec RECDdirect.

- Ecarts avec la courbe cible en utilisant les valeurs moyennes de RECD
- Ecarts avec la courbe cible en utilisant les valeurs RECDdirect mesurées

### Influence des différentes positions de la sonde Déviation par rapport à la position 5 mm



**Figure 8**  
Effet de la position de la sonde de mesure. Les courbes représentent les déviations moyennes par rapport à la mesure de référence (extrémité du tube 5 mm au-delà de la sortie de l'embout), représentée ici par la ligne 0 dB.

### Effet de la position de la sonde

La position exacte de la sonde dans l'oreille n'est pas critique pour le relevé de la RECDdirect. La figure 8 montre l'effet de différentes positions de la sonde sur la mesure de la RECDdirect.

Pour cette analyse, le mesurage de la RECDdirect a été fait avec différentes positions de la sonde dans le conduit. La position de référence a été choisie de telle sorte que le tube dépasse de 5 mm l'extrémité de l'embout dans le conduit auditif. Pour faire des comparaisons, des mesures ont été réalisées avec la sonde dépassant de 2 mm et de 7 mm, ainsi qu'une mesure de contrôle à 5 mm. La figure 8 montre les déviations par rapport à la référence de mesure 5 mm (ligne 0 dB). La déviation maximale est de 1 dB, ce qui indique que la position de la sonde n'a pas d'influence significative sur la mesure de RECD.

La fidélité test-retest, c'est-à-dire une faible déviation entre différentes mesures successives sur la même oreille, est un facteur décisif pour que la manipulation reste simple. Si les positions de l'embout et de la sonde n'ont pas été modifiées entre les différents essais, on obtient une déviation d'à peine 1/2 dB (courbe bleue de la figure 8). Si les positions de la sonde et de l'embout ont été modifiées entre chaque mesure, c'est-à-dire si on les a retirés de l'oreille puis remis en place, la déviation peut atteindre 1 dB par rapport à la mesure précédente. La fidélité test-retest est donc très grande.

### Résumé (voir première page)

## Bibliographie

M.P. Bagatto, S.D. Scollie, K.S. Moodie, R.C. Seewald, B. M. Hoover (2002). Development Of Real-Ear-To-Coupler Difference Predictions as a Function of Age for Two Coupling Procedures. *Journal of the American Academy of Audiology*, 13(8): 407-415

P.E. Brookhouser, D.W. Worthington, J.K. William (1993). Middle ear disease in children with sensorineural hearing loss. *Laryngoscope*, 103: 371-8

L.E. Cornelisse, R.C. Seewald, D.G. Jamieson (1995). The input/output (i/o) formula: A theoretical approach to the fitting of personal amplification devices. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97(3): 1854-64

V.K. Das (1990). Prevalence of otitis media with effusion in children with bilateral sensorineural hearing loss. *Archives of Disease in Childhood*, 65: 757-9

H. Dillon (2001). *Hearing Aids*. New York: Thieme

J. Feigin, J. Kopun, P. Stelmachowicz, M. Gorga (1989). Probe-tube microphone measures of ear-canal sound pressure levels in infants and children. *Ear & Hearing*, 10(4): 254-258

D. Keefe, J. Bulen, K. Arehart, E.M. Burns (1993). Ear-canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults. *Journal of the American Academy of Audiology*, 94(5): 2617-2638

K.J. Munro and V.A. Salisbury (2002). Is the real-ear to coupler difference independent of the measurement earphone? *International Journal of Audiology*, 41: 408-413

H.C. Martin, K.J. Munro, D.H. Langer (1997). Real Ear to coupler differences in children with grommets. *British Journal of Audiology*, 31: 63-69

S. Scollie, R. Seewald, L. Jenstad (1998). DSL questions & answers: Age-appropriate norms for RECDs with earmolds. *DSL Newsletter*, 3(1): 2

R.C. Seewald (1995). La méthode DSL pour l'appareillage des nourrissons et des enfants. *Phonak Focus No. 20*

G. Westwood and J. Bamford (1995). Probe-tube microphone measures with very young infants: real ear to coupler differences and longitudinal changes in real ear unaided response. *Ear & Hearing*, 16(3): 263-273

